



آکریلامید (Acrylamide)

گروه تحقیق و توسعه

پاییز ۱۳۸۸

فهرست مطالب

- ۱..... آکریلامید چیست؟
- ۲..... آکریلامید چه اثرات سوئی بر سلامتی دارد؟
- ۳..... آیا حد مجازی برای آکریلامید در مواد غذایی وجود دارد؟
- ۳..... آکریلامید چرا و چگونه در محصولات غذایی ایجاد می‌شود؟
- ۴..... مقدار آکریلامید در غذاها چقدر است؟
- ۵..... برای کاهش آکریلامید در غذاها چه کنیم؟
- ۱۲..... منابع

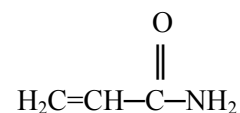
آکریلامید چیست؟

آکریلامید (C_3H_5NO) یک ملکول کوچک هیدروفیل است (۱) که برای تولید مواد پلی آکریلامید بکار می‌رود (۲). پلی آکریلامید در تصفیه آب آشامیدنی به عنوان یکی از انواع مواد پاک کننده به همراه مواد جامد برای تسهیل تصفیه آب و حذف مواد زاید آن بکار می‌رود (۲). به علاوه از پلی آکریلامید در تهیه چسب، کاغذ، پلاستیک‌ها و مواد آرایشی استفاده می‌شود (۲، ۳). مواد پلی آکریلامید حاوی مقادیر خیلی کمی از آکریلامید هستند (۲). آکریلامید در دود سیگار نیز وجود دارد و استعمال سیگار به طور قابل توجهی باعث مواجهه با آکریلامید می‌شود (۲، ۳).

تا قبل از سال ۲۰۰۲، تصور می شد که مواجهه با آکریلامید عمدتاً از طریق مواجهه شغلی و نیز مصرف سیگار و تا حد کمتری از طریق مصرف آب و استفاده از وسایل آرایشی صورت می‌گیرد (۱). اگرچه احتمالاً آکریلامید همیشه در غذاهای پخته وجود داشته است (۳) ولی در سال ۲۰۰۲، در مطالعات انجام شده در سوئد برای اولین بار وجود مقادیر نسبتاً زیاد آکریلامید در غذاهای غنی از کربوهیدرات مانند سیبزمینی و محصولات غلات که در درجه حرارت‌های بسیار بالا (بالتر از ۱۲۰ درجه سانتی گراد) پخته یا سرخ می‌شوند، مشاهده شد (۱، ۴). این یافته از اهمیت زیادی برخوردار بود، بویژه این که غلظت آکریلامید در غذاها به طور قابل توجهی بیشتر از سایر مواد سرطان‌زای شناخته شده موجود در غذاها مانند هیدروکربن‌های آروماتیک پلی‌سیکلیک و اتیل کربامات است (۱).

بیشترین غلظت آکریلامید در چیپس سیبزمینی و سیبزمینی سرخ کرده مشاهده شده است ولی در غذاهای دیگر نیز وجود دارد (۵). آکریلامید در بسیاری از غذاها اعم از غذاهای تهیه شده به طور صنعتی، در مراکز تهیه غذا و در منزل وجود دارد. آکریلامید هم در غذاهای اصلی مانند نان و سیبزمینی و هم در محصولات خاصی مانند چیپس، بیسکوئیت و قهوه می‌تواند وجود داشته باشد (۶).

فرمول شیمیایی آکریلامید به صورت زیر است (۷):



آکریلامید چه اثرات سوئی بر سلامتی دارد؟

در مورد اثر آکریلامید بر سلامت عمومی ابهامات زیادی وجود دارد (۸). مواجهه شغلی با مقادیر بسیار زیاد آکریلامید باعث تخریب عصبی افراد شده است (۳). در مطالعات مشاهده شده است که آکریلامید در دوزهای بالا می تواند در حیوانات ایجاد سرطان کند. به همین دلیل محققین پیشنهاد می کنند که ممکن است آکریلامید در انسانها نیز سرطانزا باشد (۶). به علاوه دوزهای خاصی از آکریلامید برای سیستم عصبی حیوانات و انسانها سمی هستند (۲).

مکانیسم سرطانزایی آکریلامید در حیوانات آزمایشگاهی و انسان به خوبی مشخص نیست (۱). در مطالعات حیوانی ارتباط مستقیم وابسته به دوز بین مواجهه با آکریلامید و سرطان در اندامهای مختلف موشها مشاهده شده است. در یک مطالعه بر روی افراد میانسال مشاهده شد که مصرف متوسط روزانه ۴۰/۸ میکروگرم آکریلامید در مقایسه با مصرف متوسط روزانه ۹/۵ میکروگرم آکریلامید از طریق مواد غذایی، خطر ابتلا به سرطان سلولی کلیه را افزایش می دهد (۱).

به دلیل این که ملکول آکریلامید، کوچک و هیدروفیل است، می تواند در بدن به طور غیر فعال انتشار یابد. به همین دلیل به طور تئوری تمام بافتها می توانند در معرض سرطانزایی آکریلامید قرار بگیرند (۱).

در مطالعه دیگری در زنان و مردان بزرگسال مشاهده شد که مصرف روزانه ۱۶۰ گرم چپیس، حاوی ۱۵۷ میلی گرم آکریلامید، به مدت ۴ هفته، باعث افزایش معنی دار LDL اکسید شده، اینترلوکین ۶ با حساسیت بالا، پروتئین واکنشی C با حساسیت بالا و گاماگلوبولین ترانسفرز و افزایش معنی دار تولید گونه های فعال اکسیژن توسط مونوسیتها، لنفوسیتها و گرانولوسیتها شد. بنابراین مصرف مزمن محصولات حاوی آکریلامید ممکن است بوجود آورنده حالت التهابی باشد که عامل خطری برای آترواسکلروز است (۹).

به طور کلی انجام تحقیقات بیشتری در مورد خطرات آکریلامید برای سلامتی انسان، مورد نیاز است (۵). برای ارزیابی بهتر خطرات ناشی از آکریلامید اطلاعات بیشتری در زمینه های زیر مورد نیاز است: غذاهایی که آکریلامید در آنها ایجاد می شود، مقدار آکریلامید در غذاها، مواجهه غذایی با آکریلامید، زیست فراهمی آکریلامید در غذاها، قدرت سرطانزایی آکریلامید هنگامی که از طریق غذا مصرف شود، بیومارکرهای مواجهه با آکریلامید و توانایی آکریلامید در ایجاد جهش در سلول میکروارگانیسمها و اثرات آن در ایجاد مسمومیت عصبی (۸).

آیا حد مجازی برای آکریلامید در مواد غذایی وجود دارد؟

بر اساس رهنمودهای سازمان جهانی بهداشت، ۰/۵ میکروگرم آکریلامید در یک لیتر آب آشامیدنی به عنوان غلظت قابل تحمل برای سلامتی در نظر گرفته شده است. قانون اتحادیه اروپا در این مورد ۰/۱ میکروگرم آکریلامید در یک لیتر آب آشامیدنی است (۲). بر اساس یکی از منابع، متوسط دریافت آکریلامید از طریق مواد غذایی در جامعه در محدوده ۰/۳ تا ۰/۸ میکروگرم آکریلامید به ازای کیلوگرم وزن بدن در روز تخمین زده شده است (۱۰). کمیته تخصصی مشترک سازمان جهانی بهداشت و سازمان غذا و کشاورزی، متوسط دریافت آکریلامید از طریق مواد غذایی را در سطح ملی در محدوده ۰/۳ تا ۲ میکروگرم به ازای کیلوگرم وزن بدن در روز در جمعیت عمومی تخمین زده است (۱۱). آکریلامید از جمله مواد شیمیایی است که تصور می‌شود نمی‌توان برای اثرات آنها آستانه‌ای تعیین کرد، به این معنا که غلظت‌های بسیار کم آنها نیز می‌تواند خطر کمی ایجاد کند ولی احتمالاً با افزایش مواجهه با اینگونه مواد سرطان‌زا خطر نیز افزایش پیدا می‌کند. غلظت آکریلامید برخی از غذاها بسیار بیشتر از حد توصیه شده برای آب آشامیدنی یا سطح مورد انتظار برای ورود از بسته بندی مواد غذایی به داخل غذا است (۲). برای ورود آکریلامید از بسته‌بندی‌های پلاستیکی مواد غذایی به داخل غذا حد مجازی در نظر گرفته شده است، به طوری که این مقدار نباید مساوی یا بیشتر از ۰/۰۱ میلی‌گرم به ازای کیلوگرم وزن ماده غذایی (یا ۱۰ قسمت در بیلیون) باشد (۱۲).

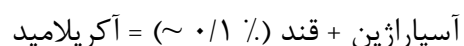
آکریلامید چرا و چگونه در محصولات غذایی ایجاد می‌شود؟

آکریلامید طی پخت یا فرآیند در درجه حرارت‌های بالا (بالتر از ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد) مثلاً هنگام پختن محصولات نانویی، کباب کردن یا سرخ کردن، در برخی غذاها مخصوصاً مواد غذایی گیاهی غنی از کربوهیدرات و کم پروتئین ایجاد می‌شود (۳، ۴، ۵) و به نظر می‌رسد با افزایش زمان و دمای پخت، مقدار آن در غذا افزایش پیدا کند. معمولاً آب‌پز و بخارپز کردن باعث ایجاد آکریلامید نمی‌شود (۳). تا به حال بیشترین مقدار این ماده در غذاهای نشاسته‌ای (محصولات سیب‌زمینی و غلات) مشاهده شده است (۲). استفاده از پلی آکریلامید در تصفیه شکر نیز می‌تواند باعث باقی ماندن مقدار کمی آکریلامید در محصول نهایی شود (۱۰). آکریلامید در لبنیات و گوشت‌ها ایجاد نمی‌شود و یا در مقادیر بسیار کمتری تشکیل می‌شود (۳). معمولاً کاغذ یا مقوای بسته‌بندی مواد غذایی منبع آکریلامید موجود در غذاها نیست (۱۲).

برای یافتن علت تشکیل آکریلامید در غذاها و همچنین شرایطی که باعث افزایش یا کاهش آن در غذاها می‌شوند نیاز به انجام تحقیقات بیشتری است (۲).

در یک بررسی، با استفاده از مخلوطی از پیش‌سازهای احتمالی آکریلامید، مدلی تهیه شد تا آنچه در هنگام فراهم کردن غذاها رخ میدهد (برای مثال هنگام پختن سیب‌زمینی) شبیه‌سازی شود. گلوکز و مخلوطی از اسیدهای آمینه آزاد که به طور طبیعی در سیب‌زمینی‌ها وجود دارند، در آزمایشات اولیه مورد استفاده قرار گرفتند. با توجه به این که با انجام بررسی‌ها مشاهده شد هنگامی که در شرایط یکسان تنها آسپاراژین با گلوکز واکنش دهد، مقدار مشابهی آکریلامید تشکیل می‌شود، احتمالاً آسپاراژین مهمترین پیش‌ساز آکریلامید است. همین‌طور آکریلامید در مدل‌هایی که در آن گلوکز موجود نبود یا دما در حد ۱۲۰ یا ۱۴۰ درجه سانتی‌گراد بود (به جای ۱۷۵ درجه سانتی‌گراد) مشاهده نشد. در نهایت مشاهده شد که فروکتوز و سوکروز نیز در این واکنش می‌توانند اثر داشته باشند (۷).

بنابراین واکنشی که در مسیر اصلی تشکیل آکریلامید نقش دارد به شکل زیر است (۷):



* باید توجه داشت که مواجهه با دمای بالا در حدی که طی سرخ شدن یا پخته شدن محصولات نانویی وجود دارد برای تشکیل آکریلامید از پیش‌سازها، ضروری است (۷).

* قند مذکور در واکنش فوق می‌تواند گلوکز، فروکتوز، محصولات تجزیه سوکروز و سایر قندها و نیز واسطه‌های موثر دیگری مانند آلدهیدها باشد (۷).

غلظت آکریلامید در غذاها چقدر است؟

غلظت آکریلامید در انواعی از غذاها در فاصله سالهای ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۸ در کانادا تعیین شده است. بر این اساس در ژانویه سال ۲۰۰۸ مقدار آکریلامید در نوعی چیپس نمکی، نوعی محصول از برنج و نوعی محصول از گندم در کانادا به ترتیب ۱۰۹۰، ۵۱ و ۱۰۹ قسمت در بلیون گزارش شده است (۱۳). در کمیته تخصصی مشترک سازمان جهانی بهداشت و سازمان غذا و کشاورزی، غلظت آکریلامید برخی از مواد غذایی در فاصله سالهای ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۴ ارائه شده است، به طوری که غلظت آکریلامید در نان‌ها، کیک و بیسکوئیت‌ها و غلات صبحانه

به ترتیب ۴۴۶، ۳۵۰ و ۹۶ میکروگرم در کیلوگرم ماده غذایی و در سیبزمینی سرخ کرده و چیپس سیبزمینی به ترتیب ۳۳۴ و ۷۵۲ میکروگرم در کیلوگرم ماده غذایی گزارش شده است. در حالیکه این غلظت در مورد غلات آب‌پز و سیبزمینی آب‌پز به ترتیب ۱۵ و ۱۶ میکروگرم به ازای کیلوگرم ماده غذایی گزارش شده است. بر اساس گزارش این کمیته تخصصی، در بیشتر کشورهای بررسی شده، مهمترین مواد غذایی که در مواجهه کل با آکریلامید نقش دارند و سهم هر کدام از این مواد غذایی در این مواجهه عبارتند از سیبزمینی سرخ کرده (۳۰-۱۶٪)، چیپس سیبزمینی (۴۶-۶٪)، قهوه (۳۹-۱۳٪)، کیک و بیسکوئیت شیرین (۲۰-۱۰٪) و نان‌ها (۳۰-۱۰٪). سایر مواد غذایی به میزان کمتر از ۱۰٪ در مواجهه کل به آکریلامید نقش دارند (۱۱).

برای کاهش آکریلامید در غذاها چه کنیم؟

تعیین مسیر اصلی تشکیل آکریلامید در غذاها، انجام تحقیق در مورد اثر برخی پارامترها در کاهش غلظت آکریلامید در محصولات تهیه شده از سیبزمینی (چیپس، سیبزمینی سرخ کرده و ...) را ممکن ساخت (۷). تعیین تمام مکانیسم‌های تشکیل آکریلامید، گام مهمی در تعیین راه‌های کاهش یا پیشگیری از تولید آکریلامید در طول پخت است (۸). اگرچه دقیقاً مشخص نیست که آکریلامید در چه دمایی در غذاها ایجاد می‌شود، تا به حال آکریلامید در غذاهایی که کمتر از ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد حرارت می‌بینند مانند غذاهای آب‌پز مشاهده نشده است (۲). نتایج اولیه نشان می‌دهند که از طرق زیر می‌توان به کاهش تشکیل آکریلامید دست یافت (۷):

- کاهش غلظت مواد واکنش‌دهنده مورد نیاز برای تشکیل آکریلامید، مخصوصاً کاهش قندها
- افزایش غلظت مواد واکنش‌دهنده‌ای (مانند سایر اسیدهای آمینه) که با آسپاراژین در واکنش میلارد رقابت می‌کنند
- تغییر شرایط فرآیند مواد غذایی (مانند pH کمتر، دمای کمتر و کاهش مدت مواجهه با حرارت)، به این ترتیب سرعت تشکیل آکریلامید تغییر خواهد کرد
- یافتن و زدودن آکریلامیدهایی که تشکیل شده‌اند با استفاده از ترکیبات شیمیایی دیگر (از طریق اضافه شدن آنها به باند دوگانه)

توصیه‌هایی برای کاهش آکریلامید در محصولات غذایی مختلف (۱۴):

۱. محصولات خرد شده سیب‌زمینی

۱-۱- کاهش سطح قندهای احیا کننده

* انتخاب نوع مناسب سیب‌زمینی

یکی از راه‌های کاربردی این است که انواعی از سیب‌زمینی که مقدار قندهای احیا کننده آنها کم است برای تهیه محصولات خرد شده سیب‌زمینی که قرار است سرخ یا پخته شوند، انتخاب شود. برای مثال پیشنهاد می‌شود برای این که تشکیل آکریلامید به طور معنی‌داری کاهش یابد، مقدار قند احیاکننده یک گرم به ازای هر یک کیلوگرم از سیب‌زمینی باشد. اگر چنین اطلاعاتی در دسترس مصرف‌کنندگان نیز قرار بگیرد، به آنها کمک می‌کند که محصولات مناسب‌تر را انتخاب کنند.

باید توجه داشت که اگرچه محتوای قندهای سیب‌زمینی به نوع سیب‌زمینی بستگی دارد ولی به عوامل دیگری مانند عوامل فصلی و شرایط کشت و نگهداری نیز بستگی دارد.

* آنزیم‌بری (blanching)/ غوطه‌وری در آب

برای کاهش قندهای احیاکننده سیب‌زمینی‌ها می‌توان سیب‌زمینی‌های خرد شده را قبل از پخته یا سرخ شدن در آب گرم یا داغ آنزیم‌بری کرد و یا در آب در دمای اتاق خیساند (البته باید توجه داشت که در این صورت باید حتما قبل از سرخ کردن سیب‌زمینی‌ها و قرار دادن آنها در روغن داغ آنها کاملا خشک شوند تا از خطرات احتمالی ایجاد آتش جلوگیری شود). عمل آنزیم‌بری ممکن است برای محصولاتی که ممکن است رطوبت زیادی به خود بگیرند، که باعث از دست رفتن قوام یا تردی و یا منجر به فساد میکروبی شود، مناسب نباشد.

* کاهش pH

مشاهده شده است که کاهش سطح pH سیب‌زمینی‌ها مثلا با استفاده از اسید سیتریک (۰/۵ تا ۰/۱٪ برای کمتر از ۲۰ دقیقه) باعث کاهش تولید آکریلامید می‌شود. با این حال اگر روند دقیقی مورد استفاده قرار نگیرد ممکن است باعث ایجاد طعم ترش و ترشیده شدن روغن سرخ کردن شود. بنابراین بررسی‌های بیشتری برای عملی بودن این رویکرد مورد نیاز است.

* اجتناب از ذخیره کردن در جای خنک

نگهداری سیبزمینی‌ها در دمای کمتر از ۸ درجه سانتی‌گراد باعث افزایش سطح قندهای احیاکننده می‌شود. بنابراین نگهداری سیبزمینی‌ها در دمای ۸ درجه سانتی‌گراد یا بیشتر احتمال تشکیل آکریلامید را کاهش می‌دهد. اجتناب از نگهداری در سرما تنها برای ذخیره‌های کوتاه‌مدت امکان‌پذیر است. در حالیکه برای نگهداری دراز مدت سیبزمینی‌ها لازم است از درجه حرارت‌های پایین استفاده شود تا از جوانه زدن سیبزمینی‌ها جلوگیری شود.

* اجتناب از غوطه‌ور کردن سیبزمینی‌های نیم‌پخته در قندها و یا اجتناب از استفاده از پوشش قند برای سیبزمینی‌های نیم‌پخته

برخی تولیدکنندگان، سیبزمینی‌های سرخ شده نیم‌پخته را در محلول گلوکز/ دکستروز می‌خوابانند. این عمل به محصول نهایی سرخ یا پخته شده، رنگ طلایی می‌دهد. از این کار باید تا جای ممکن اجتناب کرد زیرا می‌تواند باعث تولید مقدار قابل ملاحظه‌ای از آکریلامید شود.

۱-۲- روش پخت/دما

یک روش ساده برای کاهش سطح آکریلامید اجتناب از قهوه‌ای کردن سیبزمینی‌ها در حین پختن یا سرخ کردن است.

مشاهده شده است که سرخ کردن سیبزمینی‌ها در دمای بیش از ۱۷۵ درجه سانتی‌گراد به طور معنی‌داری باعث افزایش سطح آکریلامید در محصول می‌شود. دمای اولیه سرخ کردن نباید بیشتر از ۱۷۵ یا شاید ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد باشد. برای کاهش بیشتر تولید آکریلامید لازم است که تا انتهای فرایند پخت دما تا ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد کاهش یابد. باید توجه داشت که استفاده از دمای پایین‌تر ممکن است بر کیفیت محصول تاثیر بگذارد مثلاً باعث افزایش رطوبت شود. این افزایش رطوبت می‌تواند باعث از دست رفتن قوام و تردی شده و یا منجر به فساد میکروبی در محصولاتی شود که فوراً بعد از پخت مصرف نمی‌شوند. همچنین در دماهای پایین سرخ کردن، جذب چربی‌ها افزایش می‌یابد که خود می‌تواند بر سلامتی تاثیر سوء داشته باشد.

برای کنترل بهتر دمای سرخ کردن، ضروری است که قابلیت اطمینان و درستی کنترل دمای دستگاه سرخ‌کننده مخصوصاً در دستگاه‌های خانگی افزایش یابد. به نظر می‌رسد نوع روغن مورد استفاده برای سرخ کردن نقش کمی در تشکیل آکریلامید داشته باشد.

دمای داخل فر نیز نباید خیلی بالا باشد برای مثال در یک **فر معمولی** بیش از ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد و در یک **فر دارای فن** بیش از ۱۹۰ درجه سانتی‌گراد نباید باشد.

گرم کردن محصولات سیب‌زمینی خرد شده نیم‌پخته با استفاده از دستگاه میکروویو قبل از قرار دادن در **فر** ممکن است احتمال تشکیل آکریلامید را افزایش دهد. این احتمالاً به علت حذف شدن رطوبت توسط میکروویو قبل از پخته شدن است. در این زمینه نیاز به انجام تحقیقات بیشتری است.

۳-۱- غلظت آسپاراژین

آسپاراژین یکی از اسیدهای آمینه مهم سیب‌زمینی است و مشخص نیست که آیا کنترل مقدار آسپاراژین عملی است یا خیر. ممکن است استفاده از آنزیم آسپاراژیناز در واکنش بین آسپاراژین و قندهای احیاکننده تداخل ایجاد کند ولی در این زمینه نیز نیاز به انجام تحقیقات بیشتری است.

۲. محصولات غلات

۲-۱- دما و مدت پخت

در مورد بسیاری از محصولات نانوائی احتمالاً راحت‌ترین راه کاهش تولید آکریلامید کاهش مدت پخت برای جلوگیری از قهوه‌ای شدن است. همچنین کاهش دمای پخت نیز می‌تواند کمک کند. با این حال مشاهده شده است که در برخی محصولات نانوائی ممکن است پختن زیاد نتیجه مشابهی ایجاد کند و حتی باعث سطح کمتر آکریلامید شود که این می‌تواند به علت ایجاد تعادل بین تشکیل و تخریب آکریلامید در دماهای بالا باشد. تولیدکنندگان باید بررسی کنند که محصولاتشان چگونه تحت تاثیر زمان و دمای پخت قرار می‌گیرند. در مورد محصولات خشک و ترد برقراری تعادل مورد نیاز است تا کیفیت محصول حفظ شود. مخصوصاً برای حفظ بافت مطلوب و جلوگیری از فساد میکروبی توجه به رطوبت اهمیت زیادی دارد.

۲-۲- غلظت آسپاراژین

غلظت بالاتر آسپاراژین در برخی از انواع غلات می‌تواند باعث افزایش سطح آکریلامید در محصول شود. برای مثال چاودار ممکن است حاوی آسپاراژین بیشتری در مقایسه با گندم و جو باشد و گندم و جو ممکن است حاوی آسپاراژین بیشتری از برنج و ذرت باشند. به خوبی مشخص نیست که آیا روش‌های کشاورزی بر محتوای

آسپاراژین غلات تاثیر می‌گذارد یا خیر. میزان آسیاب کردن غلات نیز بر محتوای آسپاراژین آنها اثر دارد. به طوری که آردهای کمتر آسیاب شده و نان‌های تیره‌تر حاوی آسپاراژین بیشتری هستند. هنگام جایگزین کردن غلات یا روش‌های فرایند با یکدیگر باید اثرات تغذیه‌ای آنها با دقت در نظر گرفته شود. استفاده از آنزیم آسپاراژیناز نیز ممکن است یک رویکرد مناسب برای کاهش غلظت آسپاراژین باشد ولی در این مورد نیز نیاز به انجام تحقیقات بیشتری است.

۲-۳- کاهش غلظت قندهای احیا کننده

به نظر می‌رسد غلظت قندهای احیا کننده که به طور طبیعی در غلات وجود دارند به سختی قابل تغییر باشند. همچنین نقش آنها در تولید آکریلامید کمتر از سیب‌زمینی‌ها مشخص است. اگرچه تغییر غلظت قندهایی که به طور طبیعی وجود دارند مشکل است، تاثیر قندهای احیاکننده بر تشکیل آکریلامید در محصولات نانوائی شیرین می‌تواند از طریق انتخاب دقیق‌تر سایر مواد تشکیل‌دهنده تحت کنترل قرار بگیرد. انتخاب مواد تشکیل‌دهنده دیگر برای جلوگیری از غلظت‌های بالای قندهای احیا کننده می‌تواند احتمال تولید آکریلامید را کاهش دهد. به عنوان مثال جایگزین‌هایی برای گلوکز، فروکتوز و عسل می‌تواند باعث کاهش آکریلامید شود. با این حال هنگام ایجاد چنین تغییراتی لازم است دقت زیادی شود تا اطمینان حاصل شود که علاوه بر این که غلظت آکریلامید کاهش می‌یابد محصول را از لحاظ تغذیه‌ای و سلامتی دچار مشکل نمی‌کند.

۲-۴- عوامل اکسیدکننده جایگزین

مشاهده شده است که استفاده از عامل اکسیدکننده بی‌کربنات آمونیوم باعث افزایش احتمال تولید آکریلامید از طریق بخش آمونیوم می‌شود. به نظر می‌رسد آمونیوم یک عامل مهم در تشکیل آکریلامید برای مثال در محصولات نانوائی شیرین باشد. جایگزین کردن بی‌کربنات آمونیوم با سایر عوامل اکسیدکننده مانند سدیم هیدروژن کربنات می‌تواند به طور معنی‌داری غلظت آکریلامید را در بسیاری از محصولات غلات کاهش دهد. احتمالاً مقدار سدیم مورد استفاده برای این منظور تاثیر زیادی در دریافت سدیم از طریق رژیم غذایی ندارد. البته تاثیر آن بر طعم محصول نیز باید به دقت در نظر گرفته شود.

۲-۵- استفاده از مغز نان‌های پخته شده و پخت چندگانه

گاهی اوقات از مغز نان‌های قبلی برای پوشش یا بافت محصول جدید مجدداً استفاده می‌شود. برخی گزارشات حاکی از آن هستند که استفاده از این مواد در محصولات غلات باعث افزایش معنی‌دار غلظت آکریلامید

می‌شود. اگرچه مطالعات بیشتری در این زمینه مورد نیاز است ولی پیشنهاد می‌شود در این فاصله در صورت امکان از استفاده از مغز نان‌ها در مورد محصولاتی که مشخصاً این عمل باعث افزایش سطح آکریلامید در آنها می‌شود خودداری شود. در مورد پخت چندگانه نیز با توجه به لزوم آن در برخی محصولات نیاز به انجام تحقیقات بیشتری است.

۳. قهوه

آکریلامید ممکن است در طول فرایند roasting (برشته کردن) در قهوه ایجاد شود. roasting یکی از بخش‌های ضروری فرایند قهوه است و به نظر می‌رسد غلظت آکریلامید در محصولات مختلف تفاوت زیادی نداشته باشد. به همین دلیل تعیین سطح مطلوب فرایند و roasting برای کاهش آکریلامید مشکل می‌شود. در کسانی که مقادیر زیادی قهوه مصرف می‌کنند، قهوه می‌تواند باعث دریافت مقدار زیادی آکریلامید شود. روش خاصی برای کاهش تشکیل آکریلامید در قهوه مشخص نشده است و نیاز به انجام تحقیقات بیشتری است.

بر اساس آنچه ذکر شد، موارد زیر توصیه می‌شود (۱۴):

۱. محصولات سیب‌زمینی خرد شده سرخ شده یا پخته باید به جای رنگ قهوه‌ای، رنگ زرد طلایی به خود بگیرند.
۲. در موارد لازم، مثلاً در مورد سیب‌زمینی‌هایی که برای خرد شدن، سرخ شدن و پختن در نظر گرفته شده‌اند انواعی از سیب‌زمینی انتخاب شود که مقدار قندهای احیا کننده آنها کم باشد.
۳. برای نگهداری درازمدت سیب‌زمینی‌هایی که برای خرد شدن، سرخ شدن و پختن در نظر گرفته شده‌اند در صورت امکان از ذخیره کردن آنها در دمای کمتر از ۸ درجه سانتی‌گراد خودداری شود. برای نگهداری کوتاه‌مدت سیب‌زمینی‌ها نیز در صورت امکان از نگهداری در دمای کمتر از ۸ درجه سانتی‌گراد پرهیز شود. مطلوب‌سازی و تحقیق در مورد شرایط نگهداری برای پایین نگه داشتن سطح قندهای احیاکننده و در عین حال جلوگیری از فساد و جوانه زدن سیب‌زمینی‌ها لازم است.
۴. برای سیب‌زمینی‌های خرد شده و سرخ شده دمای سرخ کردن نباید بیشتر از ۱۷۵ درجه سانتی‌گراد باشد.

۵. دمای داخل فر برای محصولات سیبزمینی خرد شده نباید خیلی بالا باشد برای مثال در یک **فر معمولی** بیش از ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد و در یک **فر دارای فن** بیش از ۱۹۰ درجه سانتی‌گراد نباید باشد.
۶. در صورت امکان قبل از سرخ کردن و یا پختن سیبزمینی‌ها، آنها را در آب بخیسانید یا blanch کنید و سپس به خوبی خشک کنید.
۷. در صورت امکان از گلوکز/ دکستروز و سایر پوشش‌های قندها برای سرخ شدن یا پخته شدن استفاده نشود.
۸. بر روی بسته‌های سیبزمینی‌های نیم‌پخته باید ذکر شود که این محصول را باید تا حد طلایی شدن سرخ کرد نه قهوه‌ای شدن و در مورد مدت و دمای پخت نیز باید راهنمایی لازم صورت بگیرد.
۹. از قهوه‌ای شدن زیاد محصولات غلات و نانویی نیز خودداری شود.
۱۰. در صورت امکان در محصولات نانویی به جای آمونیوم از سایر عوامل اکسیدکننده مانند سدیم هیدروژن کربنات استفاده شود.

شایان ذکر است که در زمینه استفاده از عوامل اکسیدکننده در مورد بیسکوئیت‌ها و کراکرها استفاده از جایگزین‌هایی مانند پتاسیم کربنات با پتاسیم تارترات و یا دی‌سدیم‌دی‌فسفات با سدیم‌بی‌کربنات به جای بی‌کربنات آمونیوم گاهی می‌تواند در کاهش تولید آکریلامید مؤثر باشد. همچنین مشاهده شده است که در مورد محصولات نان، افزودن نمک‌های کلسیم مانند کلسیم کربنات یا کلسیم سولفات می‌تواند تشکیل آکریلامید را کاهش می‌دهد (۶).

افزایش مدت تخمیر نان نیز می‌تواند تولید آکریلامید را کاهش دهد (۶).

در مورد سیبزمینی‌های سرخ کرده مشاهده شده است که بریدن سیبزمینی‌ها به صورت خلال‌های ضخیم‌تر می‌تواند در کاهش تولید آکریلامید مفید باشد (۶).

References

منابع

- 1) Hogervorst JG, Schouten LJ, Konings EJ, Goldbohm RA and van den Brandt PA. Dietary acrylamide intake and the risk of renal cell, bladder, and prostate cancer. *Am J Clin Nutr* 2008, 87: 1428-38.
- 2) http://www.who.int/foodsafety/publications/chem/acrylaacra_faqs/en/index.html
- 3) <http://www.fda.gov/Food/FoodSafety/FoodContaminantsAdulteration/ChemicalContaminants/Acrylamide/Ucm053569.htm>
- 4) <http://www.who.int/mediacentre/news/notes/2005/np06/en/>
- 5) <http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/securit/chem-chim/food-aliment/acrylamide/index-eng.php>
- 6) http://www.ciaa.eu/asp/documents/1.asp?doc_id=822
- 7) http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/securit/chem-chim/food-aliment/acrylamide/major_pathway-voie_09_mar_05-eng.php
- 8) <http://www.fda.gov/Food/FoodSafety/FoodContaminantsAdulteration/ChemicalContaminants/Acrylamide/ucm053519.htm>
- 9) Naruszewicz M, Zapolska-Downar D, Komider A, Nowicka G, Kozowska-Wojciechowska M, Vikström AS and Törnqvist M Chronic intake of potato chips in humans increases the production of reactive oxygen radicals by leukocytes and increases plasma C-reactive protein: a pilot study. *Am J Clin Nutr* 2009, 89: 773-777.
- 10) http://www.who.int/entity/water_sanitation_health/dwq/chemicals/acrylamide/en
- 11) <http://www.who.int/foodsafety/chem/chemicals/acrylamide/en/>
- 12) http://www.food.gov.uk/safereating/chemsafe/acrylamide_branch/acrylamide_study_faq/
- 13) http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/securit/chem-chim/food-aliment/acrylamide/acrylamide_level-acrylamide_niveau_table-eng.php
- 14) http://ec.europa.eu/food/food/chemicalsafety/contaminants/acrylamide_en.htm